

121

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <p style="text-align: center;"><b>G02B 6/42</b></p>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/50810</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. November 1998 (12.11.98)		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;">           (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00107            (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Januar 1998 (14.01.98)             (30) Prioritätsdaten:                    197 18 949.0          5. Mai 1997 (05.05.97)          DE             (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).             (72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Frühlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). MOESS, Eberhard [DE/DE]; Ludwig-Beck-Strasse 6, D-71540 Murrhardt (DE).         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;">           (81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).             Veröffentlicht  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> </td> </tr> </table>			(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00107 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Januar 1998 (14.01.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 18 949.0          5. Mai 1997 (05.05.97)          DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Frühlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). MOESS, Eberhard [DE/DE]; Ludwig-Beck-Strasse 6, D-71540 Murrhardt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00107 (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Januar 1998 (14.01.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 18 949.0          5. Mai 1997 (05.05.97)          DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUER, Heiner [DE/DE]; Frühlingshalde 1, D-70734 Fellbach (DE). KÜKE, Albrecht [DE/DE]; Nelkenweg 2, D-71549 Auenwald (DE). MOESS, Eberhard [DE/DE]; Ludwig-Beck-Strasse 6, D-71540 Murrhardt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>			
(54) Title: ELECTROOPTICAL MODULE  (54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES MODUL  (57) Abstract  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>The present invention relates to an electrooptical module intended for the telecommunication technology for converting electrical signals into optical signals or, vice-versa, optical signals into electrical signals. Said module comprises an electrical interface for optical fibres (11), a plate-like silicon substrate (3) presenting on one of its wide sides two depressions (2, 4) obtained by anisotropic pickling on a crystallographic plane (100), an electrically metallized converter (1) being lodged in the first depression (4). The second depression (4) presents a full reflection front surface, and the optical radiation path is such that the activated optical rays intersect with the surface of the substrate large side (3, 303) which is turned to the interface. The activated central ray impinges on a front side (6) of the first depression and reflects against the full reflection front face (7). A converging lens (8) is provided at the point where the central ray intersects with the surface of the second wide side. The invention is a built-in module inside a component, which enables a low cost assembly on a printed circuit board (60) according to the CMS technology.</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> </div> </div>				

Um eine kostengünstige Montage auf Leiterplatten zu erreichen, werden elektrische Bauteile in SMD-Technik (Surface Mounted Device) montiert. Herkömmliche optoelektronische Module in TO- oder Butterfly-Technik sind für die SMD-Montage nicht geeignet und müssen daher separat von den elektrischen Bauteilen montiert werden, was mit erheblichen Mehrkosten verbunden ist.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Modul mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber folgenden Vorteil.

Die Erfindung und ihre Ausführungsbeispiele ermöglichen eine kostengünstige und automatisierbare Herstellung von optoelektronischen Sende- und Empfangsmodulen in SMD-Bauweise, die zusammen mit elektronischen Bauelementen auf einer Leiterplatte im selben Arbeitsgang montiert werden können. Wenn die erfindungsgemäßen Module als Receptacles hergestellt werden, stört bei der Montage auf der Leiterplatte kein Faserende. Die Befestigung der Module auf der Leiterplatte ist durch die erfindungsgemäßen Merkmale so stabil, daß alle gebräuchlichen Steckersysteme verwendet werden können.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Moduls möglich.

#### Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1: den Querschnitt durch ein fertig auf eine Leiterplatte montiertes Sendemodul,

diese Vertiefung mit einem transparenten Medium mit dem Brechungsindex von  $n_0 = 1,5$ , so verläuft der Mittenstrahl des an der Stirnfläche 7 reflektierten Lichtbündels unter einem Winkel von  $1,4^\circ$  gegenüber der Normalen zur Breitseite des Silizium-Substrates 3.

Auf der den Vertiefungen gegenüberliegenden Breitseite ("Rückseite") des Silizium-Substrates trifft das Lichtbündel auf eine Sammellinse 8, die vorzugsweise durch reaktives Ionenstrahlätzen (RIE) direkt auf der Rückseite des Silizium-Substrates erzeugt ist. Dadurch erhält man eine hochgenaue Ausrichtung der Sammellinse 8 zu den beiden strahlumlenkenden Stirnflächen 6 und 7 auf der Vorderseite, die durch die Vorder-Rückseiten-Ausrichtung der Lithographie-Prozesse im Vielfachnutzen bei der Strukturierung des Siliziumwafers erreicht wird. Die Position der Laserdiode 1 wird durch die als Anschläge dienenden Seitenwände der Vertiefung 2 definiert. Dadurch wird die gegenseitige Position der Laserdiode 1 zur Sammellinse 8 durch lithographische Prozesse mit hoher Genauigkeit vorbestimmt. Die Sammellinse 8 fokussiert das Lichtbündel in einem Bildpunkt 9. An dem Ort des Bildpunktes 9 wird die Stirnfläche einer Faser 11 positioniert. Die Brennweite der Sammellinse 8 wird so gewählt, daß sich ein Vergrößerungsverhältnis für eine optimale Strahltransformation des Laserstrahls in einen von der verwendeten Faser 11 akzeptierten Strahl ergibt, um einen optimalen Koppelwirkungsgrad zu erreichen. Wird als Faser eine Mehrmodenfaser mit einem Kerndurchmesser von circa  $45 \mu\text{m}$  verwendet, so kann auf eine aktive Justage verzichtet werden. Bei einer Einmodenfaser mit einem Kerndurchmesser von circa  $10 \mu\text{m}$  ist eine aktive Justage erforderlich.

Bevorzugt wird das Sendemodul als sogenanntes Receptacle hergestellt, bei dem die Faser 11 nicht fest mit dem Modul verbunden ist, sondern Teil eines Steckers 15 ist, der lösbar und verdrehsicher in einer Aufnahme (insbesondere Buchse) 12 geführt ist. Die Aufnahme weist einen Flansch 14 auf, dessen Stirnfläche senkrecht zur Faser- und

Brennweite der Sammellinse	$f$	$= 141 \mu\text{m}$
Stegbreite zwischen den Vertiefungen 2 und 4	$a$	$= 10 \mu\text{m}$
Tiefe der Laserdiode unter der Si-Oberfläche	$t$	$= 62,5 \mu\text{m}$
optische Weglänge Laserdiode - Sammellinse		
bezogen auf Luft	$g$	$= 189 \mu\text{m}$
optische Weglänge Sammellinse - Faser	$b$	$= 550 \mu\text{m}$
erreichte Vergrößerung	$b/g$	$= 2,91$
Richtungswinkel des Mittenstrahls vor der		
Sammellinse	$\gamma_i$	$= 1,37^\circ$
Versatz Sammellinsenmitte - Strahlmitte	$v$	$= 2,7 \mu\text{m}$
Richtungswinkel des Mittenstrahls nach der		
Sammellinse	$\gamma_n$	$= 3,69^\circ$
Schnittwinkel der Faserstirnfläche	$\delta$	$= 8,0^\circ$
Richtungswinkel nach Brechung an		
Faserstirnfläche	$\gamma_f$	$= 0^\circ$

In diesem berechneten Beispiel wird der Mittenstrahl des transformierten Laserstrahlbündels durch einen definierten Versatz der geätzten Silizium-Sammellinse von  $2,7 \mu\text{m}$  gegenüber der Strahlmitte gerade in den erforderlichen Richtungswinkel von  $3,69^\circ$  umgelenkt, der für eine Faser mit einem Schnittwinkel von  $8^\circ$  erforderlich ist. Die Faserstirnfläche muß dabei  $550 \mu\text{m}$  von der Sammellinse entfernt sein. Das Vergrößerungsverhältnis wird dann  $M = 2,9$  und ist für die Transformation eines Laserstrahls mit einem Taillenradius von  $2,0 \mu\text{m}$  in einen an die Faser angepaßten Strahl mit einem Taillenradius von  $5,8 \mu\text{m}$  geeignet.

Zur Aufnahme des Silizium-Substrates 3 und zur Herstellung der elektrischen Verbindungen wird ein sogenannter Leadframe verwendet. Solche Leadframes sind gebräuchlich, um elektronische Halbleiterchips zu kontaktieren und anschließend mit einer Vergußmasse zu umhüllen. Leadframes haben eine zentrale Montagefläche für den Chip und in der

für die Kontaktierung der Laserdiode 1 und einer eventuell vorhandenen Monitordiode 30 erforderlichen Kontaktflächen 31 und 32 mit Anschlußfingern 27, 28 und 29 über Bonddrähte verbunden. Der Raum in der Vertiefung 2 zwischen den Stirnflächen des Laserchips 1 und den Stirnflächen der Vertiefung 2 ist mit einem für Laserlicht transparentem Medium ausgefüllt. Um eine möglichst rationelle Bondung in einer Ebene zu erreichen, ist das Silizium-Substrat 3 im abgesenkten Teil 23 der Montagefläche montiert. Die Absenkung 23 ist dabei etwa gerade so tief, wie das Silizium-Substrat dick ist.

Für die Ankopplung von Einmodenfasern, die eine sehr enge laterale Koppeltoleranz  $< 3 \mu\text{m}$  erfordern, ist eine Justage- und Fixierungsmöglichkeit vorgesehen, die an die Leadframe-Montage angepaßt ist. Der abgesenkte Teil 23 der Montagefläche 22 hat an der der Sammellinse 8 gegenüberliegenden Stelle eine Öffnung 40 (Figur 1), die mindestens die Größe der Sammellinse 8 aufweist. Die Montagefläche des Leadframes besteht mindestens auf der ebenen Rückseite 41 (Figur 1) des abgesenkten Teils 23 aus einem laserschweißbaren Material wie zum Beispiel Kovar oder Edelstahl, das dort nicht wie die Anschlußfinger 26 - 29 mit Gold beschichtet ist. Diese Rückseite 41 dient als Auflagefläche für die Flanschfläche an der Stirn des Flansches 14. Die Aufnahme 12 hat an ihrem vorderen Ende den Flansch 14, dessen Stirnfläche, die als zweite Flanschfläche dient, geringfügig kleiner ist, als die als erste Flanschfläche dienende Rückseite 41. Der Flansch 14 besteht ebenfalls aus einem laserschweißbaren Material. Bei der aktiven Justage wird die Laserdiode 1 in Betrieb genommen und der Stecker 15 in die Aufnahme 12 gesteckt. Der Flansch 14 wird mit seiner Flanschfläche parallel zur ersten Flanschfläche 41 entweder gleitend oder in sehr engem Abstand bewegt und dabei die in die Faser gekoppelte Lichtleistung gemessen.

Zweckmäßigerweise wird die Bewegung des Flansches 14 durch einen automatisierten Suchalgorithmus gesteuert zur schnellen Auffindung der



automatisch in die Justage- und Fixierstation geführt und dort über die Kontaktstifte kontaktiert werden. In der Justage- und Fixierstation muß dann nur noch zu jedem Modul der Flansch 14 zugeführt werden, zweckmäßigerweise aus einem Magazin. Die für die Laserlichtdetektion erforderliche Faser 11 mit Stecker 15 kann für alle zu justierenden Module die gleiche sein und fest mit einem Lichtdedektor der Justage- und Fixierstation verbunden sein, wobei der Stecker automatisch in die jeweilige Aufnahme 12 eingeführt wird. Auf diese Weise ist nicht nur der Justage- und Fixierungsvorgang automatisierbar, sondern auch die Zuführung der Bauteile.

Nach Durchlaufen der Justage- und Fixierstation werden die Bondverbindungen hergestellt und anschließend das umhüllende Material (Umhüllung) 50 angebracht. Zweckmäßigerweise kann diese Umhüllung wie üblich aus einer inneren Umhüllung 70 und einer äußeren Umhüllung 50 bestehen (Figur 1). Die innere Umhüllung 70, die den Bereich der Bonddrähte abdeckt, besteht zum Schutz der Bonddrähte aus einem weichen Material. Die äußere Umhüllung 50, die später den mechanischen Schutz bewirken soll, besteht aus einem festeren Material. Danach wird der Rahmen 20 entfernt, indem die Stege 21 an Markierungen 21a und die Anschlußfinger 26 bis 29 an Markierungen 26a bis 29a durchgetrennt werden. Die Anschlußfinger 26 bis 29 werden an der Unterseite der Umhüllung 50 rechtwinklig abgebogen, so daß sie in Aussparungen 51 (Figuren 1 und 4) zu liegen kommen. Diese Aussparungen 51 sind entsprechend der Dicke der Anschlußfinger gerade so tief, daß diese nicht über die Kontur der Umhüllung 50 hinausragen. An der Kante zur seitlichen Fläche 52 werden die Anschlußfinger rechtwinklig nach oben gebogen, so daß sie an der Fläche 52 anliegen und noch einige Millimeter nach oben ragen. Man erhält auf diese Weise einen quaderförmigen Klotz, der etwa in der Mitte senkrecht nach unten ragende Stifte aufweist, gebildet durch die Stege 21. Diese Stifte 21 werden in Bohrungen 61 einer Leiterplatte 60 hineingesteckt und auf der Unterseite der Leiterplatte mit Hilfe von Lot 62 mit einer

Leadframes 200 wird dabei zu dem Rahmen 120 des ersten Leadframes 100 über Raststrukturen 201 und 101 ausgerichtet. Beide Leadframes haben im mittleren Bereich einen Abstand voneinander, der der Dicke des Silizium-Substrates entspricht. Die Stege 121 sind entsprechend diesem Abstand gekröpft. Die Verwendung zweier Leadframes 100 und 200 hat gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel den Vorteil, daß für die beiden Leadframes entsprechend ihren unterschiedlichen Aufgaben verschiedene Materialien und Materialstärken verwendet werden können. Das Leadframe 100, das die Montagefläche und die Stege 121 trägt, sollte aus Stabilitätsgründen eine größere Materialstärke haben. Außerdem muß es aus einem laserschweißbaren Material wie Kovar oder Edelstahl bestehen. Das Leadframe 200, das die Anschlußfinger trägt, sollte dünner sein, da diese später umgebogen werden müssen. Außerdem muß seine Oberfläche vergoldet sein, da darauf gebondet und gelötet werden muß.

Zunächst wird der erste Leadframe 100 bestückt und wie für die erste Version beschrieben über Kontaktstifte in der Justagevorrichtung kontaktiert und automatisch aktiv justiert. Danach wird das Band mit den zweiten Leadframes 200 hinzugefügt und mit den Raststrukturen 201 auf dessen Rahmen 220 in den Raststrukturen 101 auf dem Rahmen 120 des ersten Leadframebandes eingerastet, so daß beide zueinander ausgerichtet sind für die anschließende Herstellung der Bondverbindungen der Anschlußflecken auf dem Silizium-Substrat mit den Anschlußfingern. Die weitere Bearbeitung, Bonden, Vergießen, Stutzen und Umbiegen der Anschlußfinger erfolgt wie für die erste Version beschrieben.

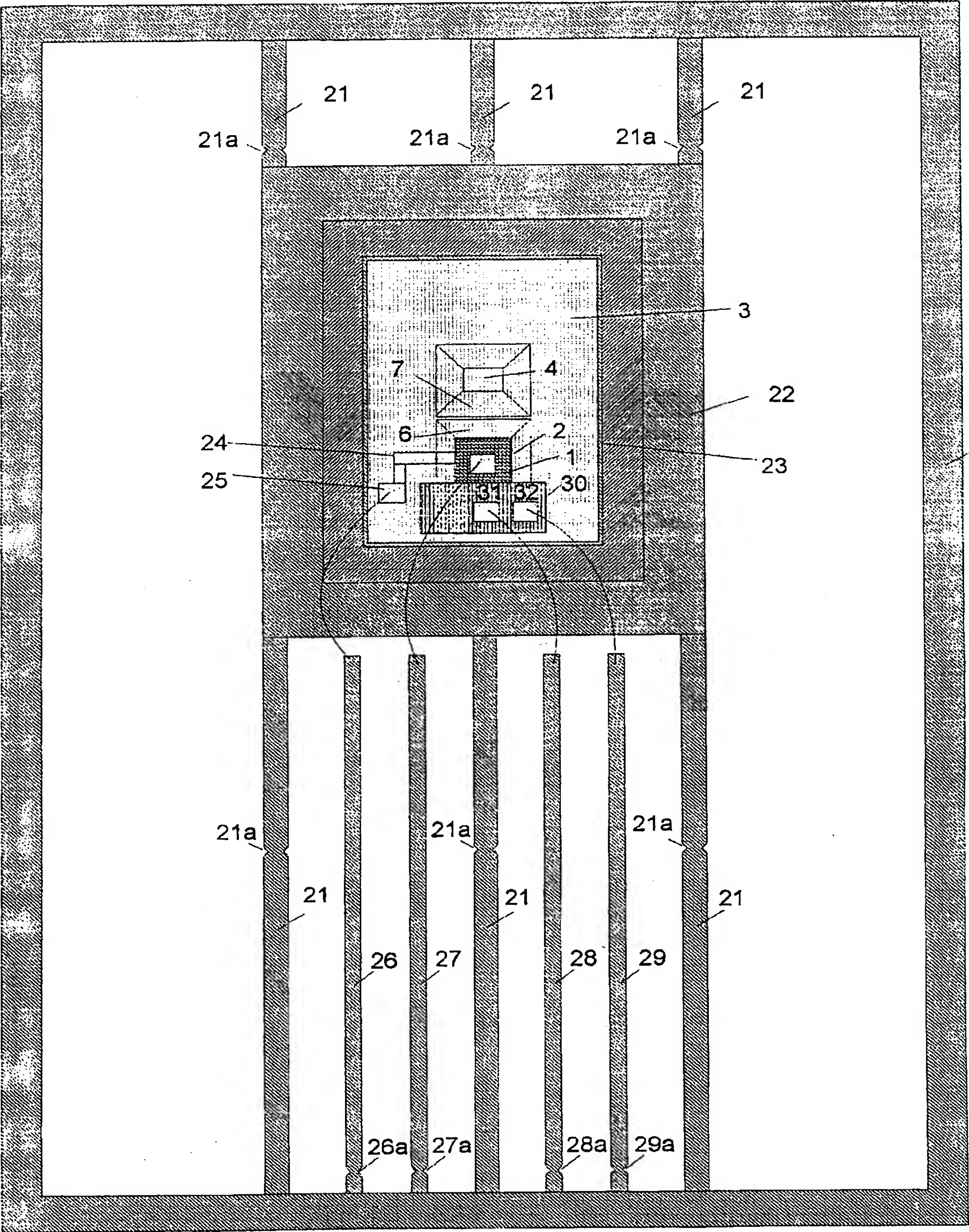


Fig 2



